

METHOD FOR CONTROLLING TONE SCALE OF DIGITAL IMAGE

Publication number: JP2000207548

Publication date: 2000-07-28

Inventor: GALLAGHER ANDREW CHARLES; GINDELE
EDWARD BROOKS

Applicant: EASTMAN KODAK CO

Classification:

- international: H04N1/60; G06T5/00; H04N1/407; H04N1/46;
H04N5/20; H04N1/60; G06T5/00; H04N1/407;
H04N1/46; H04N5/20; (IPC1-7): G06T5/00; H04N1/46;
H04N1/60

- European: H04N1/407

Application number: JP20000009040 20000118

Priority number(s): US19990232537 19990118

Also published as:

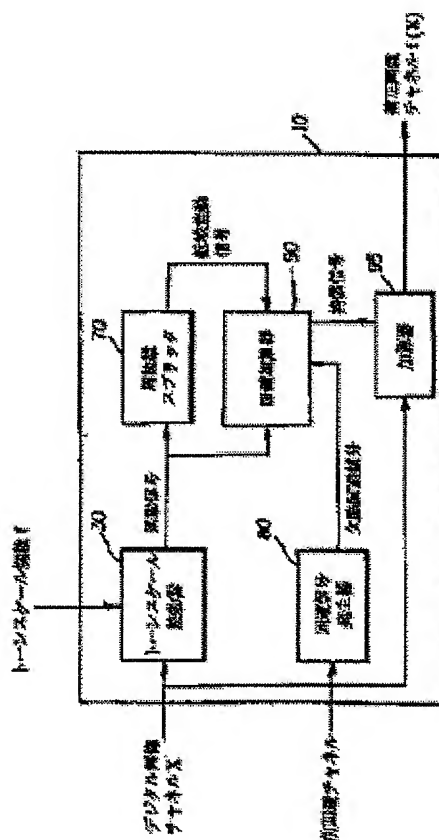
EP1021032 (A2)
US6275605 (B1)
EP1021032 (A3)

Report a data error here

Abstract of JP2000207548

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent a defect near a large edge and to operate a tone scale function upon a digital image by preparing a corrected digital image channel by adding a digital image channel and a compensating signal.

SOLUTION: A tone scale differentiator 30 receives the digital image channel from the digital image, controls the tone scale of that digital image channel, calculates a difference between a digital image channel changed by that tone scale function and the original digital image channel, prepares a differential signal and sends it to a frequency splitter 70. Corresponding to the differential signal, the tone splitter 70 prepares a low frequency signal, inputs this low frequency signal to an avoidance adder 90, adds the differential signal and a low frequency differential signal while weighing them and outputs the compensating signal to an adder 95. On the basis of the compensating signal and the original digital image channel, the adder 95 prepares the corrected digital image channel.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-207548

(P2000-207548A)

(43)公開日 平成12年7月28日(2000.7.28)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 0 6 T 5/00		G 0 6 F 15/68	3 1 0 J
H 0 4 N 1/60		H 0 4 N 1/40	D
1/46		1/46	Z

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願2000-9040(P2000-9040)
(22)出願日 平成12年1月18日(2000.1.18)
(31)優先権主張番号 09/232537
(32)優先日 平成11年1月18日(1999.1.18)
(33)優先権主張国 米国 (U S)

(71)出願人 590000846
イーストマン コダック カンパニー
アメリカ合衆国, ニューヨーク14650, ロ
チェスター, ステイト ストリート343
(72)発明者 アンドリュー・チャールズ・ギャラガー
アメリカ合衆国14626ニューヨーク州ロチ
ェスター, ベネルズ・ドライブ310番
(72)発明者 エドワード・ブルックス・ジンデル
アメリカ合衆国14618ニューヨーク州ロチ
ェスター, ボニー・プレイ・アベニュー
394番
(74)代理人 100062144
弁理士 青山 葆 (外1名)

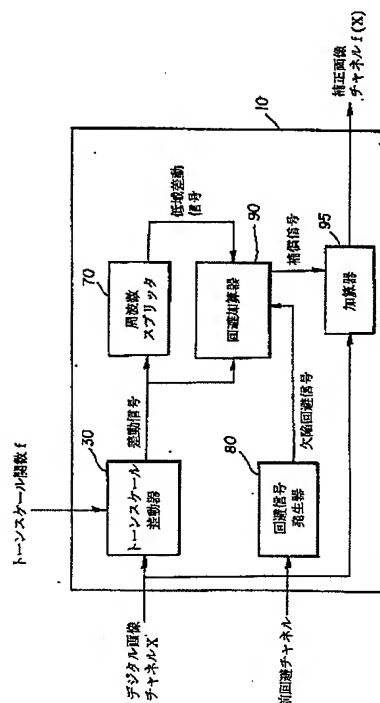
(54)【発明の名称】 デジタル画像のトーンスケールを調整する方法

(57)【要約】

【課題】 デジタル画像のトーンスケールを調整する方法を提供する。

【解決手段】 この方法は、(a) デジタル画像からデジタル画像チャネルを受け取るステップと、(b) デジタル画像チャネルのトーンスケールを調整するためのトーンスケール関数を準備するステップと、(c) デジタル画像チャネルとトーンスケール関数に基づいて差動信号を計算するステップと、(d) フィルタリングした差動信号に基づいて補償信号を計算するステップと、

(e) デジタル画像チャネルと補償信号を合わせることで、補正デジタル画像チャネルを得るステップを含む。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 デジタル画像のトーンスケールを調整する方法において、(a) デジタル画像からデジタル画像チャンネルを受け取るステップと、(b) デジタル画像チャンネルのトーンスケールを調整するためのトーンスケール関数を準備するステップと、(c) デジタル画像チャンネルとトーンスケール関数に基づいて差動信号を計算するステップと、(d) フィルタリングされた差動信号に基づいて補償信号を計算するステップと、

(e) デジタル画像チャンネルと補償信号を合わせることで、補正デジタル画像チャンネルを作成するステップとを含む方法。

【請求項2】 ステップ(d)はさらに、制御信号を準備するステップ(d1)と、制御信号と空間フィルタを用いて補償信号の作成を補助するステップ(d2)とを含む請求項1の方法。

【請求項3】 コンピュータにより読取り可能な記憶媒体を有し、デジタル画像のトーンスケールを調整するためのコンピュータプログラム製品において、上記記憶媒体は、(a) デジタル画像からデジタル画像チャンネルを受け取るステップと、(b) デジタル画像チャンネルのトーンスケールを調整するためのトーンスケール関数を準備するステップと、(c) デジタル画像チャンネルとトーンスケール関数に基づいて差動信号を計算するステップと、(d) フィルタリングした差動信号に基づいて補償信号を計算するステップと、(e) デジタル画像チャンネルと補償信号を合わせることで、補正デジタル画像チャンネルを作成するステップと、を実行するために記憶させたコンピュータプログラムを有することを特徴とするコンピュータプログラム製品。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、一般にデジタル画像処理分野、特にデジタル画像のトーンスケールの調整方法に関する。

【0002】

【従来の技術】トーンスケールをデジタルカラー画像につける既知の方法としては、トーンスケールをカラーチャンネルごとに独立してつけたり、無色チャンネルにトーンスケールをつけてもとの画素のカラー差動信号を保存したり、あるいは低周波画像のみにトーンスケールをつける方法が挙げられる。トーンスケールをつけるこれらの方法は、処理された画像においてシャープネスとカラーの出方を変え、後者は、好ましくない欠陥を生じさせる場合もある。

【0003】トーンスケール関数をデジタルカラー画像に作用させる伝統的な方法は、トーンスケールにより高周波の細部情報の大きさが変更されるので、画像のシャープネスを変化させる。この現象は、トーンスケール関数をカラーチャンネルごとに別個に作用させる場合や、ト

ーンスケール関数を無色チャンネルに作用させ、もとの画素カラー差動信号を保存する場合に生じる。

【0004】細部情報をひずませることなくトーンスケール関数をデジタル画像に作用させる試みとして、リー氏らによる米国特許第5,012,333号において、FIRフィルタを用いて画像を高周波及び低周波画像に分割する方法が提案されている。続いて、トーンスケール関数を低周波画像のみに作用し、トーンスケールを行った低周波画像に対し高周波画像を加える。

【0005】また、米国特許第5,454,044号では、ナカジマにより画像コントラストを式

$$S_{proc} = S_{org} + f(S_{us})$$

により補正する方法が提案されている。低周波画像(S_{us})には、単調減少関数である関数 $f()$ が作用される。この信号をオリジナル(S_{org})に加えて、処理画像 S_{proc} を得る。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】これらの方法は両者とも、画像の高周波成分を保存しているが、(閉鎖境界(occlusion boundaries)やダークシャドーに特有の)大きなエッジの近傍においてアンシャープマスクタイプの欠陥(オーバーシュートやアンダーシュート)を生じさせる可能性がある。

【0007】現在公知で使用されている、デジタル画像のトーンスケール調整方法は、満足のいくものではあるが上述したような欠点を有する。本発明は、画像のマクロコントラストを調整し、高周波の細部情報を保存し、大きなエッジの近傍での欠陥を防止する、トーンスケール関数のデジタル画像への作用を可能にする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、上述した問題を解決することを目的とする。本発明の1つの形態は、

(a) デジタル画像からデジタル画像チャンネルを受け取るステップと、(b) デジタル画像チャンネルのトーンスケールを調整するためのトーンスケール関数を準備するステップと、(c) デジタル画像チャンネルとトーンスケール関数に基づいて差動信号を計算するステップと、

(d) フィルタリングした差動信号に基づいて補償信号を計算するステップと、(e) デジタル画像チャンネルと補償信号を合わせることで、補正デジタル画像チャンネルを作成するステップとを含む、デジタル画像のトーンスケール調整方法である。

【0009】本発明に係る上述及び他の形態、目的、特徴は、好適な実施形態についての以下の詳細な説明、請求項、及び添付図面によりさらに理解されると考えられる。

【0010】

【発明の効果】本発明によれば、画像のマクロコントラストを調整し、大きな遷移部分の近傍での欠陥を生じることなく空間周波数の細部情報を保存する、トーンスケ

ール関数のデジタル画像への作用を可能にする。

【0011】

【発明の実施の形態】以下の記載では、本発明は、好適な実施形態においてソフトウェアプログラムとして説明される。このソフトウェアの同等物をハードウェアで作ることとできることは、当業者により容易に認識されるものと考えられる。

【0012】さらに、本願において、コンピュータで読取れる記憶媒体には、例えば、磁気ディスク（例えばフロッピディスク）や磁気テープなどの磁気式記憶媒体、光ディスク、光学式テープ、機械で読取れるバーコードなどの光学式記憶媒体、ランダムアクセスメモリ（RAM）、リードオンリーメモリ（ROM）などソリッドステートの電子式記憶装置、あるいはコンピュータプログラムを記憶するのに用いられる他の任意の物理的装置又は媒体が含まれる。

【0013】なお、以下の説明において、1024画素×1536画素サイズのデジタル画像が用いられているが、異なる大きさのデジタル画像も同様に用いることができることは、当業者により認識されるものと考えられる。

【0014】図1は、本発明を実行するコンピュータシステム1を示す。コンピュータシステム1は、好適な実施形態を図示する目的で示されているのであって、本発明は、図のコンピュータシステム1に限定されず、任意の電子処理システムに用いることができる。コンピュータシステム1は、ソフトウェアプログラムを収納・処理し、他の処理関数を実行するための、マイクロプロセッサをベースとしたユニット2を有する。ソフトウェアに関するユーザ関連情報を表示するために、ディスプレイ3がユニット2に電気的に接続されている。ユーザがソフトウェアに情報を入力するために、ユニット2にはまたキーボード4aが接続されている。当該分野でよく知られているように、入力用キーボード4aを用いる代わりに、マウス4bを用いて、ディスプレイ3上のセクタ5を動かす、セクタ5が配置された箇所を選択するようにしてもよい。

【0015】ソフトウェアプログラムを収納したり、ソフトウェアプログラムや他の情報をコンパクトディスク7a（これは、通常ソフトウェアプログラムを有する。）を介してユニット2に入力したりするために、コンパクトディスクリードオンリーメモリ（CD-ROM）6がユニット2に接続されている。加えて、ソフトウェアプログラムを入力するために、ソフトウェアプログラムを有するフロッピディスク7bをユニット2に挿入してもよい。さらに、当該分野でよく知られているように、ソフトウェアプログラムを内部に記憶するようにユニット2をプログラミングしてもよい。コンピュータシステム1の出力のハードコピーを印刷するために、プリンタ8がユニット2に接続されている。

【0016】画像はまた、パーソナルコンピュータカード（PC card）7cを介したり、以前に知られていたように、カード7cに電子的に組み込まれたデジタル化画像を含むパーソナルコンピュータメモリカード国際機関カード（PCMCIA card）を介したりして、ディスプレイ3上に表示してもよい。PCカード7cは、ディスプレイ3上に画像を目に見える形で表示するために、最終的にユニット2内に挿入される。

【0017】図2は本発明の概要を示す。デジタル形式のデジタル画像チャンネルは、複数のトーンスケールプロセッサ10に送られる。なお、デジタル画像は通常、3つのカラーチャンネル—赤、緑、青（RGB）の画像チャンネルを有し、各カラーチャンネルは、異なるトーンスケールプロセッサに送られる。例えば、赤のカラーチャンネルはトーンスケールプロセッサ10aに送られる。デジタル画像はまた、前回避（pre-avoidance）発生器20に送られ、そこで、前回避チャンネルが作成されて各プロセッサ10に送られる。3つのカラーチャンネルがある好適な実施形態では、各トーンスケールプロセッサ10用の前回避チャンネルは、画像を表わす全てのデジタル画像チャンネルの線形結合に等しい。これに関して、前回避チャンネルは、以下のように計算される。

【0018】
$$pac(x, y) = 0.3red(x, y) + 0.6green(x, y) + 0.1blue(x, y)$$

ここで、 $pac(x, y)$ は、画素 (x, y) での前回避チャンネルの強さを表わし、 $red(x, y)$ は、画素 (x, y) での赤チャンネルの強さを表わし、 $green(x, y)$ は、画素 (x, y) での緑チャンネルの強さを表わし、 $blue(x, y)$ は、画素 (x, y) での青チャンネルの強さを表わす。

【0019】異なる前回避チャンネル信号が使用できることは、当業者により認識されるものと考えられる。別の実施形態では、前回避チャンネルは、デジタル画像の3つのカラー画像チャンネルのいずれかに等しくてもよい。さらに別の実施形態では、前回避チャンネルは、トーンスケールプロセッサ10a、10b、10c全てに対し等しくさせる必要はない。

【0020】トーンスケールプロセッサ10はまた、所望のトーンスケール関数を受け取り、特定のカラーチャンネル値、前回避チャンネル及びトーンスケール関数から補正カラー画像チャンネルを生成する。各トーンスケールプロセッサ10により受け取られたトーンスケール関数は同一であってもよいし、代わりに、各トーンスケールプロセッサにより受け取られた1つ又はそれ以上のトーンスケール関数は、残りのトーンスケール関数（群）と異なってもよい。補正された3つのカラーチャンネル値は、補正画像の画素値を構成する。

【0021】図3は、トーンスケールプロセッサ10の拡大ブロック図を示す。各カラーチャンネルでは同じ処理

が行われ、したがって、理解のし易さのため、1つのカラーチャンネルのみについて簡潔に説明する。トーンスケール差動器30は、トーンスケール関数により変更した画像チャンネルともとの画像チャンネルとの差を計算し、後で詳細に説明するように差動信号を作成する。差動信号は、周波数スプリッタ70に送られ、そこで差動信号に対し空間フィルタリング処理が行われ、低域差動信号が作成される。

【0022】周波数スプリッタ70により実行された空間フィルタリング処理は、2.5画素幅を有する有限イ*10

$$G(i, j) = 1 / (\sigma \sqrt{2\pi}) \times \exp[-(i^2 + j^2) / (2\sigma^2)]$$

ここで、 $G(i, j)$ ：画素 (i, j) でのガウスフィルタ係数

σ ：ガウスフィルタの標準偏差(2.5)

π ：定数(3.1415...)

【0024】デジタルフィルタで画像チャンネルを空間フィルタリングすること(当該分野で2次元畳込みと呼ばれる。)は、当該分野でよく知られており、本願ではこれ以上説明しない。低域信号は回避加算器90内に入力され、そこで差動信号と低域差動信号とが重みを付けて合わせられる。回避加算器90から出力される加え合わされた信号は補償信号と呼ばれ、これについては後で詳細に説明する。

【0025】低域差動信号と差動信号との重み平均を制御するために、前回避チャンネル $pac(x, y)$ は、回避信号発生器80内に入力される。以下、この制御信号は回避信号(a)という。回避信号(a)の作成についても後で詳細に説明する。

【0026】図3をさらに参照して、回避信号は、低域差動信号と、トーンスケール差動器30から出力された差動信号とともに、回避加算器90内に入力される。回避加算器90は3つの入力、すなわち加算すべき2つの信号と、欠陥回避信号(a)を要する。加算すべき2つの信号は、加算すべき信号の1つに(a)を掛け、もう1つに $(1-a)$ を掛けることにより変形される。続いて、変形された2つの信号が加算される。(a)によりスケールリングされた信号入力は、回避加算器90の「(a)入力」として知られ、 $(1-a)$ によりスケールリングされた信号入力は、回避加算器90の「 $(1-a)$ 入力」として知られている。S1とS2を回避加算器90で加算すべき信号とし、その結果をAとすると、上述したことは以下の代数式で表わすことができる。

$$A = a(S1) + (1-a)(S2)$$

【0028】好適な実施形態では、周波数スプリッタ70から出力された低域差動信号は、回避加算器90の(a)入力に用いられ、トーンスケール差動器30から出力された差動信号は、回避加算器90の $(1-a)$ 入力に用いられる。

【0029】回避加算器90から出力された補償信号、

*ンパルス応答(FIR)ガウスフィルタを用いるのが好適である。ガウスフィルタの標準偏差 σ の好適な値は、画像サイズとともに変わってもよい。 σ 値としての2.5画素は、本発明を 1024×1536 画素サイズの画像で最適化することにより得られたものである。このガウスフィルタは、2次元で円対称の低域フィルタであり、そのフィルタ係数は、当該分野でよく知られた以下の式から得ることができる。

【0023】

【数1】

及びもとのデジタル画像チャンネルは、加算器95に送られる。加算器95は、2つ又はそれ以上の入力画像の各位置での強さを加え合わせる。すなわち、

【0030】

$$Z(x, y) = X(x, y) + Y(x, y)$$

ここで、 $Z(x, y)$ は、出力画像チャンネルの強さと表わし、 $X(x, y)$ 、 $Y(x, y)$ は、入力画像チャンネルの強さを表わす。加算器95の使用はよく知られており、本願ではこれ以上説明しない。加算器95の出力は、補正画像チャンネルである。補正画像チャンネルは、もとの画像に対しトーンスケールが補正されている。

【0031】図4は、トーンスケール差動器30の拡大ブロック図を示す。トーンスケール差動器30に入力されたデジタル画像チャンネルは、トーンスケール作用器40に送られる。画像の特性を変えて画質を向上させるために、トーンスケール関数がトーンスケール作用器40により入力画像チャンネルに作用される。トーンスケール関数は、デジタル画像の相対的な明るさやコントラストを変えるために作用させてもよい。トーンスケール作用器40は、ルックアップテーブル(LUT)を用いて実行される。LUTによるデジタル画像チャンネルの変更は、当該分野でよく知られている。本発明において使用される典型的なトーンスケール関数は、図5に示されるように、出力値に対する入力値の1対1写像である。トーンスケール差動器30に入力されるデジタル画像チャンネルはまた、インバータ50に送られる。インバータ50は、入力に-1を掛けることにより入力信号を反対にし、逆信号を作成する。逆信号は、加算器95によりトーンスケール作用器40の出力に加えられ、差動信号が作成される。

【0032】好適な実施形態では、トーンスケール差動器30は、1つのLUTとして実行されてもよく、その例が図6に示されている。トーンスケール差動器30は、以下の式の数値を求めることにより作成したLUTにより実行されてもよい。

$$d(x) = f(x) - x$$

ここで、 $d(x)$ は、トーンスケール差動器30を実行するために用いられるLUTの値であり、 $f(x)$ はト

ーンスケール関数の値であり、 x は補正すべき強さである。関数 $d(x)$ は差動関数の一例である。

【0034】図7は、回避信号発生器80の拡大ブロック図を示す。これに関し、前回避チャンネルが周波数スプリッタ75内に入力され、低域信号が作成される。周波数スプリッタの動作は上述した。好適な実施形態では、この周波数スプリッタ75で用いられる空間フィルタの標準偏差は、周波数スプリッタ70の空間フィルタの標準偏差(2.5画素)に等しい。しかしながら、この条件が必須でないことは、当業者により認識されと考えられる。周波数スプリッタ75から出力した低域信号は、無指向性の2乗グラディエント信号を作成するために、無指向性の2乗グラディエント信号計算器110に入力される。この計算は、まず特定の画素と垂直方向上側の画素との差を計算するとともに、特定画素と水平方向右側の画素との差を計算する。無指向性の2乗グラディエントは、これら2つの差をそれぞれ2乗したものの和である。無指向性の2乗グラディエント信号は、続いて、欠陥回避関数作用器120により写像され、この結果、欠陥回避信号が作成される。

【0035】図8に示すように、この写像関数は、以下の方法で作成されたルックアップテーブル(LUT)を*

$$t(x) = x + a(x)g(f(x) - x) + (1 - a(x))(f(x) - x) \cdots (1)$$

ここで、 $t(x)$ ：補正デジタル画像チャンネル

$g(x)$ ：信号 x に作用させる低域フィルタ

$f(x)$ ：信号 x に作用させるトーンスケール関数

x ：もとの信号

$a(x)$ ：欠陥回避信号(制御信号)

【0040】欠陥回避信号 $a(x)$ は、一般的に明暗の差のない画像領域(すなわち、米国特許第5,012,333号で欠陥を生じない画像領域)の画素に対しては1である。信号 $a(x)$ は、大きな遷移エッジを含む画像領域(すなわち、米国特許第5,012,333号で欠陥を生じる画像領域)の画素に対しては0である。信号 $a(x)$ は、画像の局所領域の構造に応じて、0.0から1.0の範囲内のいずれの値をとってもよい。

【0041】この点に関し、近似を行うのが有用である。画像処理では一般的に線形のトーンスケール関数では、近似的に、

$$[0042] \quad g(f(x)) = f(g(x))$$

と表わされる。

【0043】(周波数スプリッタ70により行われるように)FIRフィルタを作用させる処理は、線形処理である。すなわち、

$$[0044] \quad g(a(x) + b(x)) = g(a(x)) + g(b(x))$$

【0045】したがって、好適な実施形態をまとめた式(1)に対し上記近似を行うとともに、(周波数スプリッタ70により行われるように)FIRフィルタを作用

*無指向性2乗グラディエント値に作用させることにより実行される。定数 k_1 より小さいか又は k_1 に等しい無指向性2乗グラディエント値に対しては、返ってくる欠陥回避信号は1.0である。定数 k_1 より大きい k_2 より小さな無指向性2乗グラディエント値に対しては、返ってくる欠陥回避信号は以下の値に等しい。

$$[0036] \quad 1/2 \times (1 + \cos(\pi \times (\text{無指向性2乗グラディエント値} - k_1) / (k_2 - k_1)))$$

【0037】定数 k_2 より大きな無指向性2乗グラディエント値に対しては、LUTにより返ってくる欠陥回避信号は0.0に等しい。定数 k_1 、 k_2 はそれぞれ148、1300が好適である。定数 k_1 、 k_2 の値は、入力デジタル画像チャンネルのデータ範囲に依存する。好適な実施形態では、入力デジタル画像チャンネルの各画素は、12ビット(すなわち0~4095)で記述される。代わりに、上記写像関数は、無指向性2乗グラディエント値を、無指向性2乗グラディエントの増加とともに1.0から0.0まで単調減少する任意のLUTを介して写像することにより実行されてもよい。

20 【0038】好適な実施形態における最終処理画素は、関数形式で表現することもできる。

$$[0039]$$

する処理が線形処理であることを考慮すると、比較的明暗の差のない領域($a(x) = 1$)における出力画素値に対する近似結果は、

$$[0046] \quad t(x) = f(g(x)) + h(x)$$

ここで、 $h(x)$ ：信号 x に作用させる高域フィルタ

$$(すなわち \quad h(x) = x - g(x))$$

$f(x)$ ：信号 x に作用させるトーンスケール関数

x ：もとの信号

【0047】この結果は、比較的明暗の差のない画像領域では、処理された画素の細部信号は、オリジナルの細部信号($h(x)$)に等しいが、低域画像のコントラスト($g(x)$)が $f(x)$ により補正されていることを意味する。同様に、処理すべき画素が高遷移エッジの近くの場合($a(x) = 0$)、式(1)は、

$$[0048] \quad t(x) = f(x)$$

40 と簡略化される。この結果は、高遷移エッジ近くの領域では、もとの画素を処理したものは、もとの画素値とトーンスケール関数のみの関数であることを意味する。すなわち、エッジ領域において欠陥が生じるのが防止される。

【0049】中間値 $a(x)$ ($0 < a(x) < 1$)を有する画素に対しては、処理された画素は、 $f(x)$ と $f(g(x)) + h(x)$ との間をとる。

【0050】総じて、本発明の方法は、細部の保存により不自然な欠陥が発生するような領域を除いて、もとの画像の細部は保存するように、トーンスケール関数を画

像に作用させることを可能にする。上記領域では、トーンスケールをもとの画素に作用させて最終出力画素を生成させる。

【0051】近似計算により結果が、

$$a(x) = 1 \text{ に対し、 } t(x) = f(g(x)) + h(x)$$

$$a(x) = 0 \text{ に対し、 } t(x) = f(x)$$

となるような別のフローチャートを多数作ってもよい。これらの代わりのフローチャートは、好適な実施形態を用いて説明されたものとは全く異なってもよいが、回避信号、空間フィルタリングによる周波数分解、及びトーンスケール関数といった同一の成分を利用する。これら種々の方法で処理された画像は、(近似のために)数字の小さな差異が生じることがしばしばあるが、視覚的には同等の結果を生成する。

【0052】図9は、本発明の別の実施形態を示し、これは、デジタル画像に基づく輝度チャンネルに対し、本発明を実行するものである。デジタル画像は、カラー差動変換器130に入力として送られる。カラー差動変換器130によるカラー差動信号の計算は、マトリックス処理により行ってもよい。例えば、輝度信号及び2つのカラー差動信号は、以下のマトリックス変換により、入力画像の各画素に対し決定してもよい。

【0053】

【数2】

$$\begin{bmatrix} 1/3 & 1/3 & 1/3 \\ -1/4 & 1/2 & -1/4 \\ -1/2 & 0 & 1/2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} L \\ C1 \\ C2 \end{bmatrix}$$

ここで、R、G、Bは、特定の画素における、もとの赤、緑、青の強さを表わす。Lは輝度信号を表わす。C₁、C₂はカラー差動信号を表わす。

【0054】カラー差動変換器130から出力された輝度チャンネルLは、続いて、トーンスケールプロセッサ10に送られる。本実施形態では、前回避チャンネルは、トーンスケールプロセッサ10に入力されるデジタル画像チャンネルに等しくなるように設定する(すなわち、画像回避チャンネルは、輝度チャンネルLに等しくなるように設定する)。前回避チャンネルは、輝度チャンネルに等しくする必要はないことは、当業者により認識されるものと考えられる。例えば、前回避チャンネルは、デジタル画像

の緑チャンネルに等しくしてもよい。

【0055】入力輝度チャンネルに対するトーンスケールプロセッサ10の処理は、本発明の好適な実施形態で説明したのと同じである。

【0056】カラー差動変換器130から出力されたクロミナンスチャンネルC₁、C₂は、クロミナンスプロセッサ150に送られ、そこで、補正クロミナンスチャンネルが作成される。好適な実施形態では、クロミナンスプロセッサ150から出力された処理済みクロミナンスチャンネルC₀₁、C₀₂は、入力クロミナンスチャンネルC₁、C₂に等しい。

【0057】トーンスケールプロセッサ10から出力された変形輝度チャンネルは、続いてRGBコンバータ140に入力される。加えて、クロミナンスプロセッサ150から出力された処理済みクロミナンスチャンネルC₀₁、C₀₂は、RGBコンバータ140に入力される。RGBコンバータ140は、入力輝度チャンネルとクロミナンスチャンネルを、マトリックスを用いた乗法により変形する。使用されるマトリックスは、カラー差動変換器130により使用されたマトリックスの逆行列である。マトリックスによる乗法及び逆マトリックスの作成はよく知られており、さらには説明しない。

【0058】本発明は、アンドリュー・ギャラガー氏により1998年9月30日に出願された米国特許出願番号09/091、848号「デジタル画像のコントラストを調整する際に画像細部を保存する方法」に関連する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明を実行するコンピュータシステムの斜視図。

【図2】 本発明の概要を表わすブロック図。

【図3】 図1のトーンスケールプロセッサの拡大図。

【図4】 図3の部分拡大図。

【図5】 典型的なトーンスケール関数のグラフ。

【図6】 典型的なトーンスケール差動関数のグラフ。

【図7】 回避信号発生器のブロック図。

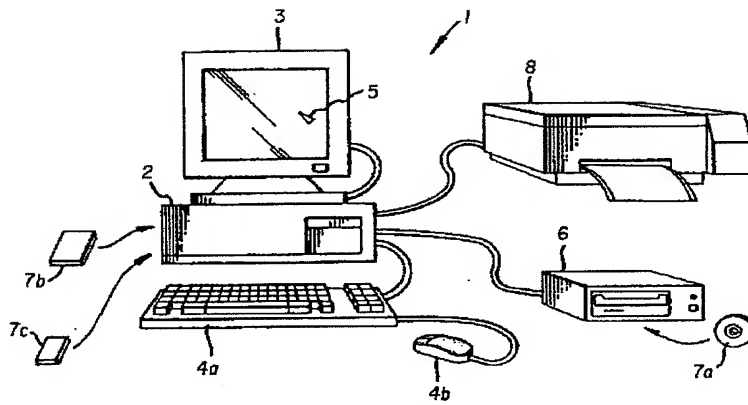
【図8】 欠陥回避LUTのグラフ。

【図9】 輝度トーンスケール変更を用いた、図2の別の実施形態を示すブロック図。

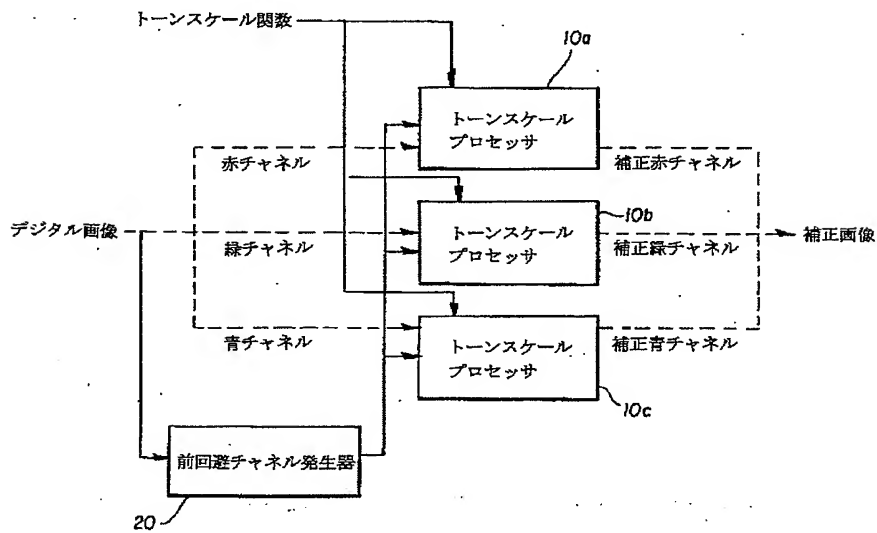
【符号の説明】

1：コンピュータシステム

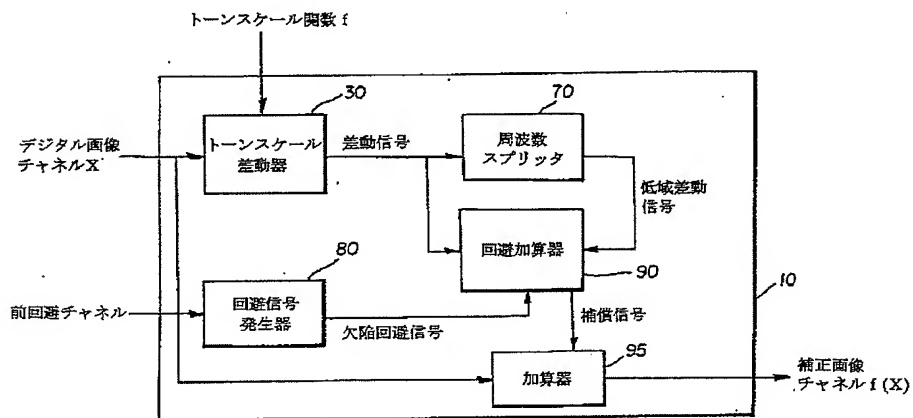
【図1】



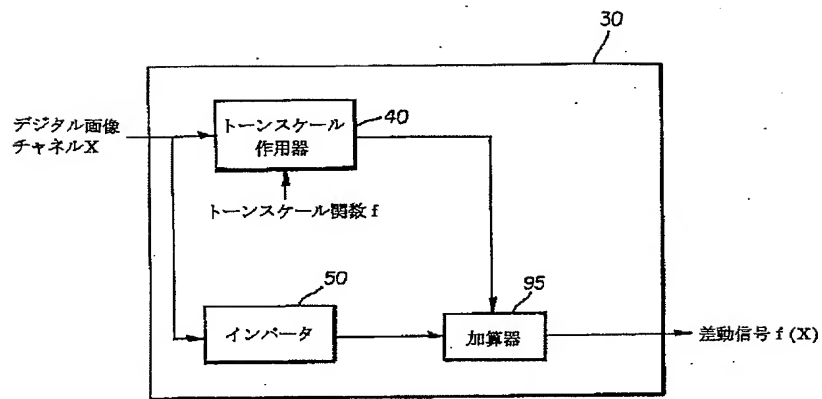
【図2】



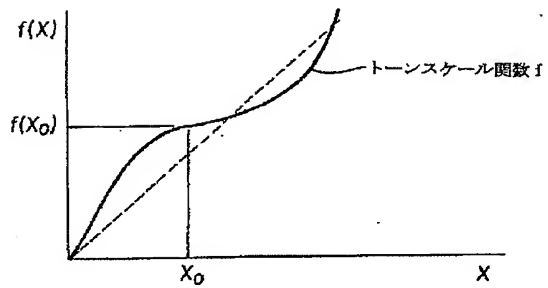
【図3】



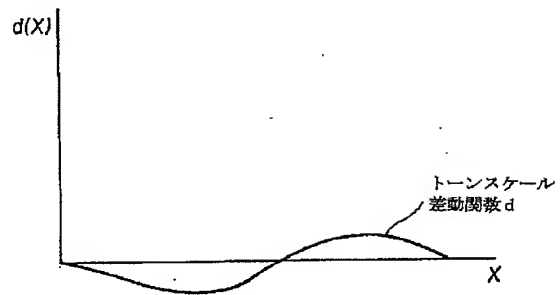
【図4】



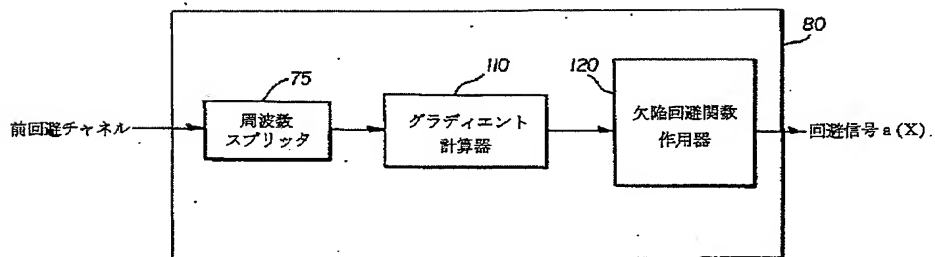
【図5】



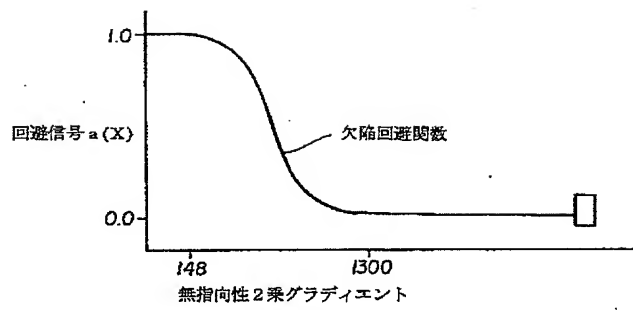
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

